

①9 BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



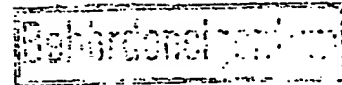
DEUTSCHES

PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①1 **DE 3826282 A1**

②1 Aktenzeichen: P 38 26 282.7
②2 Anmeldetag: 29. 7. 88
②3 Offenlegungstag: 8. 2. 90

⑤1 Int. Cl. 5:
H01 C 7/12
H 01 F 27/34
H 02 H 9/04
H 02 K 3/28



DE 3826282 A1

⑦1 Anmelder:
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

⑦2 Erfinder:
Meyer, Hartmut, Dipl.-Phys. Dr.-Ing., 1000 Berlin, DE

⑤4 Elektrische Maschine oder Apparat mit einer Wicklung, die Metalloxid-Widerstände zur Überspannungsbegrenzung aufweist, und Verfahren zu ihrer Herstellung

Elektrische Maschine oder Apparat mit einer Wicklung, die Metalloxid-Widerstände zur Überspannungsbegrenzung aufweist, und Verfahren zu ihrer Herstellung.

Bei elektrischen Maschinen oder Apparaten mit aus Spulen bestehenden Wicklungen werden zum Schutz gegen transiente Überspannungen spannungsabhängige Widerstände, insbesondere Metalloxid-Widerstände zumindest einer Spule parallel geschaltet, die in Klemmennähe am Wicklungsanfang liegt.

Da bei Metalloxid-Widerständen durch Alterung der Ansprechpegel absinken kann, werden künstlich vorgealterte spannungsabhängige Widerstände verwendet. Die künstliche Voralterung wird thermisch bei erhöhten Temperaturen durchgeführt, insbesondere kombiniert mit einer angelegten Wechselspannung.

Derart geschützte Maschinen oder Apparate sind insbesondere bei Anlagen mit Vakuumschaltern einsetzbar.

DE 3826282 A1

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung bezieht sich auf elektrische Maschinen oder Apparate, deren Wicklung mehrere Spulen aus konzentrischen, gegeneinander isolierten Windungen eines elektrischen Leiters enthält, wobei jede Spule eine elektrische Hauptisolierung aufweist, bestehend insbesondere aus einer mit Kunstharz getränkten und ausgehärteten, gewickelten Isolierhülse, bei der zum Schutz der Wicklung gegen transiente Überspannungen zumindest einer Spule jeweils spannungsabhängige Widerstände, insbesondere Metalloxid-Widerstände, parallel geschaltet sind, die in Klemmennähe am Wicklungsanfang liegen.

Derartige elektrische Maschinen bzw. Apparate, deren Wicklung mit Metalloxid-Widerständen zur Überspannungsbegrenzung versehen ist, sind aus der E-A1-00 50 091 bekannt. Bei den bekannten Maschinen ist an den durch besonders hohe Stoßspannungen gefährdeten Spulen der Wicklung eine innere Beschaltung durch Metalloxid-Widerstände vorgenommen, um die Wicklung gegen das Auftreten hoher transienter Spannungen zwischen den Spulenanschlüssen zu schützen. Durch den Einbau der spannungsabhängigen Widerstände in direkter Verbindung zum metallischen Wicklungsleiter sind diese den hohen Betriebstemperaturen der Wicklung ausgesetzt. Da diese spannungsabhängigen Metalloxidwiderstände ohne Reihenfunkenstrecke eingesetzt werden, um eine platzsparende Konstruktion zu erreichen, werden die spannungsabhängigen Widerstände im Betrieb auch ständig mit einer konstanten Wechselspannung beansprucht.

Weiterhin ist aus dem Aufsatz "Stability and long term degradation of metal oxide surge arresters", veröffentlicht in "IEEE-Transactions on Power Apparatus and Systems", Vol. Pas-99, No. 4 July/August 1980 Seiten 1548 - 1556 bekannt, daß die spannungsabhängigen Widerstände einem Alterungsprozeß unterliegen, insbesondere wenn das Widerstandsmaterial erhöhten Temperaturen ausgesetzt ist. Dieser Alterungsprozeß erfolgt durch den geringen Leckstrom der auch unterhalb der Ansprechspannung durch das Widerstandsmaterial fließt und der zu einer Erwärmung des Widerstandsmaterials bei angelegter Spannung führt. Als Folge des Alterungsprozesses verringert sich die charakteristische Ansprechspannung, bei der das Widerstandsmaterial vom schlecht leitenden in den gut leitenden Zustand übergeht. Als Ansprechspannung wird hier die sogenannte Varistor-Spannung bezeichnet, d. h. diejenige Gleichspannung, bei der ein Strom von 1 mA fließt.

Die bei der Alterung auftretende Absenkung des Ansprechpegels der spannungsabhängigen Widerstände beeinflusst die gewünschte Schutzwirkung und wird bisher durch eine entsprechende Überdimensionierung der spannungsabhängigen Widerstände ausgeglichen. Sinkt der Ansprechpegel unter den höchsten auftretenden Betriebsspannungspegel ab, so kann dies auch eine thermische Zerstörung der spannungsabhängigen Widerstände zur Folge haben. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den erhöhten Aufwand bzw. einen derartigen Schaden zu vermeiden.

Zur Lösung dieser Aufgabe sind bei elektrischen Maschinen oder Apparaten der eingangs beschriebenen Art die spannungsabhängigen Widerstände künstlich vorgealtert. Dabei wird die Tatsache ausgenutzt, daß der Alterungseffekt sich einem Grenzwert nähert. Die eingesetzten spannungsabhängigen Widerstände sind dadurch vor ihrem Einbau in die Wicklung in ihrem

Alterungsverhalten stabilisiert, so daß der für den Schutz erforderlichen Isolationskoordination ein bei den Betriebsbedingungen mit erhöhter Temperatur- und Spannungsbeanspruchung angepaßter, gleichmäßiger Ansprechpegel der Schutzbeschaltung zugrunde gelegt werden kann.

In Durchführung des Erfindungsgedankens empfiehlt sich ein Verfahren zur Herstellung derartiger elektrischer Maschinen oder Apparate, bei dem die spannungsabhängigen Widerstände vor dem Einbau in die Maschine bzw. den Apparat einer künstlichen Alterung durch thermische Alterung bei erhöhten Temperaturen unterworfen werden. Diese Temperaturen liegen zweckmäßiger Weise mindestens in dem Temperaturbereich, der von den Wicklungen infolge der gegebenen Isolationsklasse der Maschine bzw. des Apparates während des Betriebes angenommen werden kann. Insbesondere kann die thermische Alterung bei Temperaturen von 90 bis 200°C durchgeführt werden. Bei dieser thermischen Alterung ist damit zu rechnen, daß der Anfangswert der Ansprechspannung des Metalloxid-Widerstandes bis zu angenähert 20% absinkt, dann aber stabil bleibt. Da der Metalloxid-Widerstand erst nach dieser Alterung in die Wicklung eingebaut wird, ergibt sich der Vorteil, daß auf eine bisher übliche entsprechende Überdimensionierung des Schutzpegels verzichtet werden kann.

Eine weitere Verbesserung der künstlichen Voralterung erreicht man, wenn die die spannungsabhängigen Widerstände während der thermischen Alterung an einer Wechselspannung liegen. Dadurch wird die thermische Alterung mit einer elektrischen Alterung kombiniert. Als Spannungsbereiche empfehlen sich Spannungen zwischen 300 bis 1500 V, d. h. die möglichen Betriebsspannungen der mit den spannungsabhängigen Widerständen beschalteten Spulen. Durch die Kombination der elektrischen Alterung mit der thermischen Alterung wird die Stabilisierung des Ansprechwertes schneller erreicht.

In Durchführung der Erfindung werden spannungsabhängige Widerstände aus Metalloxid (ZnO) einer mit Nennspannung von 1000 V einer thermischen Voralterung z. B. bei 90° bis 130°C ausgesetzt, teils mit, teils ohne gleichzeitige Einwirkung einer elektrischen Wechselspannung zwischen 300 V und 1000 V. Nach 10⁴ Stunden wird jeweils eine Stabilisierung der Ansprechspannung erreicht.

Bei einer Durchführung der thermischen Alterung bei 90°C und gleichzeitigem Einwirken einer Wechselspannung zwischen 300 V und 1000 V zeigte sich eine Abnahme der Ansprechspannung gegenüber der anfänglichen Ansprechspannung von 5 bis 20%, wobei die höheren Werte mit einer jeweils höheren Spannungsbeanspruchung erzielt wurden. Bei einer Temperaturbehandlung von 110°C mit entsprechender Spannungsbeanspruchung lag die Abnahme der Ansprechspannung zwischen 10 bis 20%.

Es wurde auch eine thermische Voralterung bei 130°C ohne elektrische Beanspruchung vorgenommen. Dabei nahm die Ansprechspannung (Varistor-Spannung) um 12 bis 20% ab.

Die Stabilisierung trat jeweils nach 10⁴ Stunden ein, wenn in den angegebenen Bereich der elektrischen bzw. thermischen Bedingungen unterschiedliche Kombinationen durchgeführt wurden. Eine weitere Alterung zwischen 10⁴ und 2,5 × 10⁴ Stunden ließ in allen Fällen nur noch geringe Veränderungen der Ansprechspannung der Widerstände im Bereich von ±5% gegenüber dem

nach 10^4 Stunden stabilisierten Wert erkennen. Die Metalloxidwiderstände werden deshalb in dem bei 10^4 Stunden künstlicher Voralterung erzielten stabilisierten Zustand in die zu schützende Wicklungen eingebaut.

Patentansprüche

1. Elektrische Maschine oder Apparat, deren Wicklung mehrere Spulen aus konzentrischen, gegeneinander isolierten Windungen eines elektrischen Leiters enthält, wobei jede Spule eine elektrische Hauptisolierung aufweist, bestehend insbesondere aus einer mit Kunstharz getränkten und ausgehärteten, gewickelten Isolierhülse, bei der zum Schutz der Wicklung gegen transiente Überspannungen zumindest einer Spule jeweils spannungsabhängige Widerstände, insbesondere Metalloxid-Widerstände, parallel geschaltet sind, die in Klemmennähe am Wicklungsanfang liegen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die spannungsabhängigen Widerstände künstlich vorgealtert sind.
2. Verfahren zur Herstellung von elektrischen Maschinen oder Apparaten nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die spannungsabhängigen Widerstände vor dem Einbau in die Maschine bzw. den Apparat einer künstlichen Alterung durch thermische Alterung bei erhöhten Temperaturen unterworfen werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die thermische Alterung bei Temperaturen von $90 - 200^\circ\text{C}$ durchgeführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der spannungsabhängige Widerstand während der thermischen künstlichen Alterung an einer Wechselspannung liegt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die künstliche Alterung des spannungsabhängigen Widerstandes bei Spannungen im Bereich seiner Nennspannung durchgeführt wird.